

PA 392308

# MONOCHROMATIC IMAGE DISPLAY SYSTEM

## BACKGROUND OF THE INVENTION

### Field of the Invention

本発明は、モノクロ画像表示装置に関し、より詳細には、表示階調数の多階調化に関するものである。また本発明はモノクロ表示の医療用フラットパネルディスプレイに関するものである。

### Description of the Related Art

モノクロ画像を表示する画像表示装置として、従来より陰極線管（CRT）を使用したものが知られている。また今日、液晶パネルを使用したフラットパネルディスプレイ（FPD）も広く使用されてきており、このFPDはCRTと比べて、省スペース、軽量、低消費電力等の利点から今後も益々普及するものと考えられている。

このFPDにおいてモノクロ画像の階調を表現しようとした場合、従来より輝度信号を入力して階調表現する方法（以下強度変調という）が知られている。また、例えば表示デバイスとして液晶パネルを使用したものにあっては、パルス幅階調制御やフレーム間引き制御など単位時間当たりのスイッチのオンオフの時間を制御する時分割駆動を行って、単位時間当たりの表示期間を変えることにより階調表現を行う方法（以下、纏めて時間変調という）が知られている（例えば、「電子技術 5月臨時増刊号（第32巻，第7号）；P110～121参照）。さらに、この時間変調と前述の強度変調とを組み合わせ、表現可能なモノクロ画像の階調数をより多くする、つまり一層の多階調化を図る方法も考えられている。

しかしながら、上述の時間変調と強度変調とを組み合わせ多階調化を図る方法では、液晶の応答速度の限界等から単位時間を分割する数を無制限に多くすることができず、時間変調との組合せで階調数を増やすという方法には一定の限界があり、あまり多くの階調数を表現することができず、表現豊かなモノクロ画像を表示することは困難である。



表示できるものもあるが、それはグリーンベースやアンバーベースのモノクロ表示をするものであって、これではブルーベースのモノクロ画像を表示することができない。したがって、ブルーベースのモノクロ画像をソフトコピー装置上に表示させようとするれば、例えばR（赤），G（緑），B（青）の各信号入力対応のカラー表示用表示デバイスを使用した表示装置に各信号のレベルを調整して所望の色調のブルーベースのモノクロ画像を表示させるしか方策がなかった。

ここで、カラー表示用表示デバイスを使用した表示装置にあっては、白黒表示用表示デバイスとの整合をとるため、周知のように、R，G，Bの各表示出力の比を凡そ「R：G：B＝0.3：0.6：0.1」の割合で混合して白黒表示用表示デバイスのスペクトル感度特性と同じになるようにし、その混合値「 $Y = R + G + B$ 」を輝度レベルとしている。この場合、例えばR，G，Bの各信号入力レベルを100%すなわち白レベルを出力としたときに表示輝度レベルも100%となり、この100%の表示輝度レベルのとき、例えばCRT表示装置であれば、その最大輝度は通常100～200 cd/m<sup>2</sup> 程度となっていた。また液晶パネルや有機ELパネルの最大輝度は、一般的にはCRTのそれよりも低かった。

このため、前述のようにカラー表示用表示デバイスを使用した表示装置において、青い色調のブルーベース表示にしようとしてR，Gのレベルを下げると全体の輝度が下がってしまい、フィルムに記録してシャーカステン上で観察する場合に通常5000～6000 cd/m<sup>2</sup> まで表示できるのに比べて、著しい差が生じてしまう。

また、視覚的な明暗弁別能力の観点からは、輝度レベルが50～500 cd/m<sup>2</sup> の範囲にあるときが最もこの弁別能力が優れるということが知られており、上述のように最高でも100～200 cd/m<sup>2</sup> 程度しか表示できないことになると、医療用としてよく観察されるフィルム濃度1（最大輝度の－1桁）の表現域が10～20 cd/m<sup>2</sup> 程度となり、明暗弁別能の観点からも問題となってくる。さらに、視力（解像度）の観点からは、例えば通常視力1.0以上を保つには平均輝度10 cd/m<sup>2</sup> 以上は必要であるといわれており、最高でも10～20 cd/m<sup>2</sup> 程度しか表示できないことになると、視力の点でも余裕がなく問題である。

換言すれば、医療用としてはフィルム濃度 1 に相当する表現域をよく観察するので、これが明暗弁別能の最も良好な  $50 \sim 500 \text{ cd/m}^2$  となるようにするためには、最大輝度範囲が  $500 \sim 5000 \text{ cd/m}^2$  であるのが好ましい。

さらに、一般的には RGB の各画像信号は 8 ビットの信号とすることから、各信号を混ぜてモノクロで階調表現しようとするれば 256 段の表示階調となってしまう、医用画像の表示装置としては表示階調の段数が不十分となる。

#### SUMMARY OF THE INVENTION

上記事情に鑑みて、本発明は表示階調数を従来のものよりも多くすることのできるモノクロ画像表示装置を提供することを目的とするものである。

また本発明は、ソフトコピー装置でブルーベースの医用画像を表示させた場合でも、明暗弁別能および視力の観点から十分な明るさで表示でき、さらにはブルーベースのフィルムに記録してシャーカステンにて観察する場合と同じような明るさで表示することを可能ならしめるとともに、医用画像用途として十分な段数の表示階調とすることができる画像表示装置の一態様であるフラットパネルディスプレイを提供することを目的とするものである。

第 1 の発明によるモノクロ画像表示装置は、モノクロ画像の 1 画素を複数のセルで表し、各画素の出力輝度を各セルに配分する、つまり面積変調すると共に、各セル毎に強度変調や時間変調を行うことができるようにしたものである。すなわち、第 1 の発明によるモノクロ画像表示装置は、モノクロ画像の 1 画素を多階調表示可能な複数のセルで表すことができる表示デバイスと、モノクロ画像の出力輝度を決定するモノクロ画像信号に基づいて、各画素毎に各セルの出力輝度の平均が当該画素の出力輝度に対応するように、各セル毎に出力階調レベルを決定するセル信号を生成するセル信号生成手段とを備えたことを特徴とするものである。

ここで「多階調」とは、少なくとも 3 つ以上の階調を意味する。

「各セルの出力輝度の平均が当該画素の出力輝度に対応するように」とは、モノクロ画像の 1 画素を配分した各セルの出力輝度の平均が、その 1 画素分の出力輝度と対応関係（例えば比例関係）にあるようにすることを意味し、必ずしも各セルの出力輝度の平均が、1 画素の出力輝度と同じでなくてもよいが、この平均

が1画素の出力輝度と同じである方が好ましい。

第1の発明によるモノクロ画像表示装置においては、セル信号生成手段を、画素毎の各セルの出力輝度が略均等になるようにセル信号を生成するものとしたり、或いは、各画素毎に、該画素の周辺画素の階調勾配ベクトルに応じて各セル信号に勾配を持たせるものとするのが望ましい。

「周辺画素の階調勾配ベクトルに応じて各セル信号に勾配を持たせる」とは、階調勾配ベクトルが傾きを持つときには、この傾きに対応するように各セル信号に偏りを持たせ、階調勾配ベクトルが平坦のときには、各セル信号を均等にすることを意味する。

第1の発明によるモノクロ画像表示装置においては、セル信号生成手段を、各セルへの入力信号レベルを独立に強度変調することにより、出力階調レベル（多階調）を決定するものとするのが好ましい。

また、セル信号生成手段を、各セルへの入力信号レベルを独立に時間変調することにより、出力階調レベル（多階調）を決定するものとすることもできる。この場合、時間変調をフレーム単位で行うものとすることができる。

なお、セル信号生成手段を、フレーム単位で時間変調を行うものとしたときには、各フレームの出力輝度が略均等になるように、各セルの出力階調レベルを決定するものとするのが好ましい。ここで、「時間変調」とは、上述したように、時分割駆動により単位時間当たりの表示期間を変えて階調表現することを意味し、液晶の駆動方法として周知のものである、1フレーム内で行うパルス幅階調制御や、STN液晶で実現している階調表示制御であるフレーム間引き制御またはフレームレートコントロール（Frame Rate Control; FRC）等のフレーム単位で行うもの等が代表的なものであり、例えばFRCでは、6ビット階調の信号から8ビット或いは10ビット階調の表示を可能とするものなどが提案されている。

なお、各セルの階調レベルを設定する際には、表示デバイスの表示可能階調数に合わせて、セル信号の最大階調数が、各セルが表示できる最大階調数以下となるようにする。また、フレーム単位で時間変調を行って各セルの階調レベルを設定する際には、フレーム単位の最終的なセル信号の最大階調数が、各フレーム毎の各セルが表示できる最大階調数以下となるようにする。

第1の発明によるモノクロ画像表示装置においては、各セルの1フレームあたりに表示できる最大階調数が、64(6ビット)階調以上であることが望ましい。

第1の発明によるモノクロ画像表示装置においては、モノクロ画像信号を、入力されたオリジナルモノクロ画像信号に対して階調数変換処理を施して生成する階調数変換処理手段をさらに備えたものとするのが望ましい。

この場合、モノクロ画像信号の最大階調数が、表示デバイスが表現できる最大階調数以下となるようにするのが好ましい。また、オリジナルモノクロ画像信号の階調数は、256(8ビット)階調以上であることが望ましい。

上記第1の発明によるモノクロ画像表示装置の表示デバイスは、モノクロ画像の1画素を3つのセルで表すものであることが好ましい。また、特に表示デバイスは液晶パネルであることが好ましい。

第1の発明によるモノクロ画像表示装置によれば、モノクロ画像の1画素を複数のセルで表すことができる表示デバイスを使用し、モノクロ画像の各画素の出力輝度を各セルに配分(面積変調)すると共に、各セル毎に強度変調や時間変調を行うセル信号生成手段を備えた構成としたので、時間変調や強度変調によって表現可能な階調数を、概ね、時間変調や強度変調による階調数にセル数分を掛けた階調数まで増やすことができるようになる。

また、セル信号生成手段を、画素毎の各セルの出力輝度が略均等になるようにセル信号を生成するものとするれば、1画素内の輝度ムラを少なくすることができる。

また、セル信号生成手段を、各画素毎に、該画素の周辺画素の階調勾配ベクトルに応じて各セル信号に勾配を持たせるものとするれば、斜め線を表示する場合には、画素毎の各セルの出力輝度が略均等になるようにする場合よりも、よりシャープな表示が可能になる。

また、第1の発明においては表示デバイスとしてカラー液晶パネルのカラーフィルタを取り外した構成と同一の液晶パネルを使用することができる。すなわち、カラー表示用液晶パネルの製造工程においてカラーフィルタ形成工程を削除すれば、1画素を3個のセルで構成するモノクロ用液晶パネルが得られるので、第1の発明に使用される液晶パネルを、特段の費用負担を生じることなく、極めて

容易に製造することができるようになる。また、液晶パネルの階調を制御する液晶ドライバ（コントローラ）も、既存のカラー液晶用ドライバを使用してモノクロ画像の階調を制御することができるようになる。

第2の発明によるモノクロ画像表示装置は、モノクロ画像の1画素を複数段の表示階調を有する複数のセルの組合せで表すことができ、かつ、該複数のセルの内の少なくとも2つのセルが互いに異なる最高出力レベルを有する表示デバイスと、

この2つのセルの表示階調の1段当たりの出力レベルが互いに異なるように、該2つのセルを駆動する駆動手段とを備えたことを特徴とするものである。

このモノクロ画像表示装置にあっては、2つのセルの内の一方のセルの最高出力レベルを、他方のセルの1段当たりの出力レベルと略同一なものとするれば、大幅に表示階調の段数を増やすことができる。

また、このモノクロ画像表示装置の駆動手段は、2つのセルを夫々略同じ段数の表示階調となるように駆動するものであることが望ましい。

上記第2の発明によるモノクロ画像表示装置の表示デバイスとしては、2つのセル上に透過率の異なる単色フィルタを形成することにより、該セルの最高出力レベルを異ならしめた液晶パネル、或いは2つのセルが夫々異なる発光輝度で同色発光する有機ELパネルであるとよい。

第2の発明によるモノクロ画像表示装置によれば、モノクロ画像の1画素を複数のセルの組合せで表すことができ、且つ該複数のセルの内の少なくとも2つのセルが互いに異なる最高出力レベルを有する表示デバイスを使用するとともに、この2つのセルの表示階調の1段当たりの出力レベルが互いに異なるように該2つのセルを駆動することにしたので、1段当たりの出力レベルが大きい方のセルの各段間の階調レベルを、出力レベルが小さい他方のセルで階調表示できるようになり、この各段間の階調レベルを表示できる分だけ表示階調の段数を増やすことができる。また、時分割駆動により表示階調の段数を増やしているのではないので、フリッカ現象の問題も生じない。

ここで、この第2の発明によって表示階調の段数を増やすことができる点について図10A～10Dに示す概念図を参照して詳細に説明する。図10Aは、第

2の発明による画像表示装置に使用される表示デバイスの1画素について示したものであり、モノクロ画像の1画素を2個のセルa, bの組合せで表すようにしている。図10Bおよび10Cは、この2つのセルの最高出力レベルと各セルの表示階調の各段と、両セルを合わせて1画素としてみたときの合計の表示階調の各段を模式化して示したものである。なお、セルaのレベルa4にセルbの各レベルを加算して得られるレベルa4以上の1画素についての表示階調の各段階については省略して示す(後述する図11A~11Dおよび図12においても同様である。))。

図10Bにおいては、セルaの階調レベルは0レベルを除いてa1~a4の4段であり、セルbの階調レベルは0レベルを除いてb1, b2の2段であり、各段間は夫々の最高出力レベルa4, b2を均等に振り分けたようになっている。またセルbの最高出力レベルすなわちレベルb2はセルaの最高出力レベルすなわちレベルa4よりも小さく、このレベルb2はレベルa3と同じである。このようにすることで、1画素として見た場合には、セルaの0~a1を除く各段間に、セルbによるレベルb1の分を埋めたような階調レベルを表現することができるようになる。これは、1画素としてみた場合には、各セルの出力レベルの加算でその階調レベルを表すことができるからである。

同様に、図10Cにおいては、セルaの階調レベルは0レベルを除いてa1~a4の4段であり、セルbの階調レベルは0レベルを除いてb1~b6の6段であり、各段間は夫々の最高出力レベルa4, b6を均等に振り分けたようになっている。またセルbの最高出力レベルすなわちレベルb6はセルaの最高出力レベルすなわちレベルa4よりも小さく、このレベルb6はレベルa3と同じである。このようにすることで、1画素として見た場合には、セルaの各段間に、セルbによるレベルb1の分を埋めたような階調レベルを表現することができるようになる。

なお、第2の発明において「2つのセルの表示階調の1段当たりの出力レベルが互いに異なるように」したのは、この1段当たりの出力レベルが同じであっては、図10Dに示すように、出力レベルが小さい方のセルbで出力レベルが大きい方のセルaの段間を埋めることができず、表示階調の段数を増やすことができないからである。



また、第2の発明によるモノクロ画像表示装置においては、2つのセルの内  
の一方のセルの最高出力レベルを他方のセルの1段当たりの出力レベルと同じに  
すれば、他方のセルの各段間を一方のセルによる階調表示で埋め尽くすことがで  
きるので、各段間をきめ細かに階調表示できるようになり、表示階調の段数を飛  
躍的に増やすことができる。さらに、2つのセルを夫々略同じ段数の表示階調と  
なるように駆動するようにすれば、夫々のセルを同じビット数の信号で駆動でき  
るようになるから、例えば液晶コントローラなどの従来よりある入手が容易な駆  
動回路をそのまま使用することができる。

ここで、この表示階調の段数を飛躍的に増やすことができる点について図11  
A～11Dに示す概念図を参照して詳細に説明する。図11Bにおいては、セル  
aの階調レベルは0レベルを除いてa1～a4の4段であり、セルbの階調レベルは  
0レベルを除いてb1, b2の2段であり、各段間は夫々の最高出力レベルa4, b2を  
均等に振り分けたようになっている。またセルbの最高出力レベルすなわちレベ  
ルb2はセルaの最高出力レベルすなわちレベルa4よりも小さく、このレベルb2は  
セルaの1段当たりの出力レベルすなわちレベルa1と同じである。このようにす  
ることで、1画素として見た場合には、セルaの各段間に、セルbによるレベル  
b1を埋めたような階調レベルを表現することができるようになる。なお、この図  
11Bのようにセルbの表示階調の段数が2段である場合には、上述の図10C  
で示した場合と同様の段数の増加となる。そこで、表示階調の段数を飛躍的に増  
やすべく、このセルbの表示階調の段数をさらに増やした場合について図11C、  
11Dに示す。

図11Cはセルbの表示階調の段数を3段としたものを示しており、図11D  
は同じく4段としたものを示している。このように、セルbの最高出力レベルを  
セルaの1段当たりの出力レベルと同じにするとともに、セルbの表示階調の段  
数を増やすことにより、セルaの各段間をセルbによりきめ細かに埋めることが  
でき、1画素としてみたときの表示階調の段数を飛躍的に増やすことができるよ  
うになる。

なお、第2の発明においては、必ずしも1画素を2個のセルで表すようにする  
必要はなく、1画素を例えば図12に示すように3個のセルa, b, cで表すよ

うにしてもよいのはいうまでもない。この図 1 2 においては、セル a の階調レベルは 0 レベルを除いて a1～a4 の 4 段であり、セル b の階調レベルは 0 レベルを除いて b1～b4 の 4 段であり、セル c の階調レベルは 0 レベルを除いて c1, c2 の 2 段であり、各段間は夫々の最高出力レベル a4, b4, c2 を均等に振り分けたようになっている。またセル b の最高出力レベルすなわちレベル b4 はセル a の最高出力レベルすなわちレベル a4 よりも小さく、このレベル b4 はレベル a1 と同じである。またセル c の最高出力レベルすなわちレベル c2 はセル b の最高出力レベルすなわちレベル b4 よりも小さく、このレベル c2 はレベル b1 と同じである。このようにすることで、1 画素として見た場合には、セル b の各段間に、セル c によるレベル c1 の分を埋めたような階調レベルを表現することができ、更にセル a の各段間に、セル b 或いはセル b とセル c の組合せによる分のレベルを埋めたような階調レベルを表現することができるようになる。

上記第 2 の発明によるモノクロ画像表示装置の表示デバイスとしては、2 つのセル上に透過率の異なる単色フィルタを形成することにより、該セルの最高出力レベルを異ならしめた液晶パネル、或いは 2 つのセルが夫々異なる発光輝度で同色発光する有機 EL パネルであるとよい。

また、第 2 の発明においては表示デバイスとしてカラー液晶パネルのカラーフィルタを取り外した構成と同一の液晶パネルを使用することができる。すなわち、カラー表示用液晶パネルの製造工程においてカラーフィルタ形成工程を削除すれば、1 画素を 3 個のセルで構成するモノクロ用液晶パネルが得られるので、本発明に使用される液晶パネルを、特段の費用負担を生じることなく、極めて容易に製造することができるようになる。また、液晶パネルの階調を制御する液晶ドライバ（コントローラ）も、既存のカラー液晶用ドライバを使用してモノクロ画像の階調を制御することができるようになる。

また、表示デバイスとして、2 つのセル上に透過率の異なる単色フィルタを形成することにより、該セルの最高出力レベルを異ならしめた液晶パネルを使用するようにすれば、その製造も容易なものとなる。すなわち、カラー表示用液晶パネルの製造工程において、現行のカラーフィルタ用マスクを使用して透過率の異なる単色フィルタを 2 つのセル上に形成すれば、1 画素を 2 個のセルで構成する

液晶パネルが得られるので、本発明に使用される液晶パネルを、マスクの新規開発等の特段の費用負担を生じることなく、極めて容易に製造することができるようになる。また、液晶パネルの階調を制御する液晶ドライバ（コントローラ）も、既存のカラー液晶用ドライバを使用してモノクロ画像の階調を制御することができるようになる。

また、表示デバイスとして、2つのセルが夫々異なる発光輝度で同色発光する有機ELパネルとすれば、液晶パネルのように単色フィルタを各セル上に形成する必要がなく、同一色で発光輝度が異なるように発光する有機ELを多数配列して形成したパネルとすることができる。

なお、青系の色を呈する単色フィルタを形成した液晶パネルや青系の色で発光する有機ELパネルとすれば、医療現場に好適なブルーベースのモノクロ画像表示装置とすることができる。

第3の発明は平板状の表示デバイスを使用したディスプレイであって、

表示デバイスが、その表示色が、CIE色度図上の座標点 $(x, y)$ で示したとき、各座標 $(0.174, 0)$ 、 $(0.4, 0.4)$ 、 $(\alpha, 0.4)$ で囲まれた領域内となるように出力する単色表示のデバイスであることを特徴とするフラットパネルディスプレイを提供するものである。ここで、 $\alpha$ はスペクトル軌跡と $y$ 軸方向の座標値が0.4である直線との交点によって表される $x$ 軸方向の座標値である。

表示デバイスの表示色が、上述の領域内となる単色表示のデバイスとするには、例えば、表示デバイスを、ガラス基板等のデバイス用の基板、フェースプレート、拡散板、カラーフィルタ、拡散フィルム、コリメートフィルム、プリズムフィルム、および偏光フィルムの少なくとも1つの部材を備えたものであって、且つこれらの部材のうちの少なくとも1つが所定の色に着色されて成るものとするとい

い。ここで「所定の色」とは、表示デバイスの表示色が、結果的に、上述の領域内となるような色であればよい。表示色が、上述の領域内となるということは、青い色調のブルーベース表示となるということであり、一般的には、部材についても、青系の色調に着色するのが好ましいが、必ずしも青系の色調に着色すること

のみとは限らない。

フェースプレートとは、平板状の表示デバイスの表示面上に重ねて配される板であって、一般的には反射防止或いはキズ防止等の保護膜が付されている。

拡散板とは、平板状の表示デバイス、特に液晶パネルにおいて、デバイスの背面或いは表面に配される光源から発せられる光を散乱させるための板である。

拡散フィルム、およびコリメートフィルムとは、平板状の表示デバイス、特に液晶パネルにおいて、広視野角化のために使用される部材である。また、プリズムフィルムとは、平板状の表示デバイス、特に液晶パネルにおいて、輝度向上のために使用される部材である。

拡散フィルムを着色するとは、拡散フィルムの拡散部および拡散フィルムのベースフィルムの少なくとも一方を着色することを意味する。コリメートフィルムを着色するとは、コリメートフィルムのコリメート部およびコリメートフィルムのベースフィルムの少なくとも一方を着色することを意味する。プリズムフィルムを着色するとは、プリズムフィルムのプリズム部およびプリズムフィルムのベースフィルムの少なくとも一方を着色することを意味する。

また、第3の発明によるフラットパネルディスプレイは、表示デバイスを、多数のセルから成るものであって、且つモノクロ画像の1画素を複数のセルで表すことができるものとし、

複数のセルへの入力信号を夫々独立にオンオフ制御することにより1画素分の出力輝度を制御する面積変調手段、表示デバイスの各セルを独立に時分割駆動する時間変調手段、各セルへの入力信号レベルを独立に制御する強度変調手段のうちの少なくとも1つの手段を備え、

1画素当たりの最大輝度範囲を $100\text{ cd/m}^2$ 以上 $10000\text{ cd/m}^2$ 以下、さらに望ましくは $500\text{ cd/m}^2$ 以上 $5000\text{ cd/m}^2$ 以下とするのが望ましい。

ここで、時間変調とは、単位時間当たりの表示期間を変えることにより階調表現することであって、液晶の駆動方法として周知のパルス幅階調制御や、STN液晶で実現している階調表示制御であるフレーム間引き制御またはフレームレートコントロール (Frame Rate Control; FRC) 等が代表的なものである。例えばFRC方式では、6ビット階調の信号から8ビット或いは10ビット階調の表示を可

能とするものなどが提案されている。

上記フラットパネルディスプレイの表示デバイスとしては、液晶パネル或いは有機ELパネルを使用するのが望ましい。

第3の発明によるフラットパネルディスプレイによれば、表示デバイスを、表示色調がCIE色度図上の前述の各座標で囲まれた領域内となる青系を呈する単色表示のデバイスとしたので、ブルーベースのモノクロ画像を表示することができるようになる。

表示デバイスの表示色が上述の領域内となるようにするには、基板、フェースプレート、或いは拡散板等の表示デバイスの構成部材のうちの少なくとも1つを所定の色に着色すればよく、製造も容易である。

また、カラーフィルタを所定の色一色に着色された単色フィルタとしたり、その他の構成部材を所定の色に着色すれば、カラー表示用デバイスとは異なり白黒表示用デバイスとの整合を考慮する必要がなくなり、表示輝度を大きくすることができ、明るいブルーベースのモノクロ画像を表示することができる。

また、表示デバイスを、多数のセルから成るものであって、且つモノクロ画像の1画素を複数のセルで表すことができるものとし、モノクロ画像信号に対応する階調を各セルに配分したり、その配分された階調となるように各セル毎に時間変調や強度変調することにより、1画素当たりの最大輝度範囲を $100\text{ cd/m}^2$ 以上 $10000\text{ cd/m}^2$ 以下さらに望ましくは $500\text{ cd/m}^2$ 以上 $5000\text{ cd/m}^2$ 以下とすれば、時間変調や強度変調によって表現可能な階調数を、その階調数にセル数分を掛けた階調数まで増やすことができるとともに、ブルーベースのフィルムに記録してシャーカステンにて観察する場合と同じような明るさ、すなわち明暗弁別能や視力に優れる $50\sim500\text{ cd/m}^2$ の範囲で表示することもできる。なお1画素当たりの最大輝度範囲をこのように大きくできるのは、1画素当たりの最大輝度を1セル当たりの最大輝度のセル数倍とすることができるからである。したがって、例えばCR装置等に使用される医用画像表示装置として本発明によるフラットパネルディスプレイを利用すれば、医用画像用途として十分な表示階調の段数と明るさを有する表示装置を提供することができるようになる。

また、表示デバイスを液晶パネルとすれば、カラー液晶パネルのカラーフィルタを上述の単色フィルタに置き換えた構成と同一の液晶パネルを使用することができる。すなわち、カラー表示用液晶パネルの製造工程において、現行のカラーフィルタ用マスクを使用して上述の単色フィルタを各セル上に形成すれば、1画素を3個のセルで構成するブルーベースの液晶パネルが得られるので、本発明に使用される液晶パネルを、マスクの新規開発等の特段の費用負担を生じることもなく、極めて容易に製造することができるようになる。また、液晶パネルの階調を制御する液晶ドライバ（コントローラ）も、既存のカラー液晶用ドライバを使用してモノクロ画像の階調を制御することができるようになる。

また、表示デバイスを有機ELパネルとすれば、液晶パネルのように単色フィルタを各セル上に形成する必要がなく、同一色で発光する有機ELを多数配列して形成したパネルとすることができる。

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図1は本発明による第1の実施の形態のモノクロ画像表示装置の構成（面積変調＋パルス幅階調制御の時間変調）を、液晶パネルの1画素について示したブロック図、

図2は上記モノクロ画像表示装置に使用される液晶パネルの画素配列とセル構成を示す図、

図3A～3Dは階調数変換処理について説明する図であり、図3Aは線形変換の例を示し、図3Bは非線形変換の例を示し、図3Cは表示デバイスの輝度階調特性の例を示し、図3Dは図3Cに対応する非線形変換の例を示す、

図4は時間変調について説明する図、

図5A～図5Cは均等配分方法にしたがった輝度配分について説明する図、

図6A～図6Cはベクトル配分方法にしたがった輝度配分について説明する図、

図7は本発明による第2の実施の形態のモノクロ画像表示装置の構成（面積変調＋強度変調）を、液晶パネルの1画素について示したブロック図、

図8は本発明による第3の実施の形態のモノクロ画像表示装置の構成（面積変調＋強度変調＋パルス幅階調制御の時間変調）を、液晶パネルの1画素について示したブロック図、

図 9 は本発明による第 4 の実施の形態のモノクロ画像表示装置の構成（面積変調＋強度変調＋パルス幅階調制御の時間変調＋F R Cの時間変調）を、液晶パネルの 1 画素について示したブロック図、

図 1 0 A～図 1 0 D は表示階調の段数を増やす本発明の方法を説明する概念図、

図 1 1 A～図 1 1 D は表示階調の段数を増やす本発明の他の方法を説明する概念図、

図 1 2 は表示階調の段数を増やす本発明の更に他の方法を説明する概念図、

図 1 3 は本発明の第 5 の実施の形態であるモノクロ画像表示装置の構成を、液晶パネルの 1 画素について示したブロック図、

図 1 4 は上記画像表示装置の表示階調の段数について示した図、

図 1 5 は本発明の第 6 の実施の形態であるモノクロ画像表示装置に使用される液晶パネルの画素構成を示す図、

図 1 6 は上記モノクロ画像表示装置の構成を、液晶パネルの 1 画素について示したブロック図、

図 1 7 は上記画像表示装置の表示階調の段数について示した図、

図 1 8 は解像度アップを図った、本発明の第 7 の実施の形態であるモノクロ画像表示装置の構成を、カラー液晶パネルの 2 画素について示したブロック図、

図 1 9 は本発明の第 8 の実施の形態であるフラットパネルディスプレイに使用される液晶パネルの画素構成を示す図、

図 2 0 は上記液晶パネルの表示色の範囲を示す C I E 色度図、

図 2 1 は上記フラットパネルディスプレイの構成を、液晶パネルの 1 画素について示したブロック図、

図 2 2 は時間変調について説明する図、

図 2 3 A、2 3 B は濃度配分について説明する図、

図 2 4 は液晶パネルの構成部材の概略を説明する図である。

#### DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態による画像表示装置の構成を示すブロック図、図 2 は、この画像表示装置に使用する表示デバイスの画素配列とセル構成を

示す図である。

第1の実施の形態による画像表示装置1は、表示デバイスとして、図2に示すように、カラー用液晶パネルのカラーフィルタを取り除いた構成のもので、モノクロ画像の1画素を3個のセルで表すことができる液晶パネル40を使用している。この液晶パネル40は、例えば画素番号41、42、43、44等の各画素を、夫々複数のセル（例えば画素番号41のものは41a、41b、41c）で表すことができるように構成されている。各セルは、多階調表示（多段階表示）可能なものであり、後述する強度変調や時間変調（パルス幅階調制御やFRC）を行う際には、各セルの表示可能最大階調数の範囲内で、モノクロ画像の各画素値に応じて、各セルの入力信号を生成するようにする。

画像表示装置1は、面積変調と時間変調とを組み合わせる表示階調数を増やすようにしたものであり、画素番号41（図2）の1画素について、詳細に図1に示すように、入力されたオリジナルモノクロ画像信号（以下オリジナル画像信号という）S<sub>orig</sub>に対して階調数変換処理を施して、モノクロ画像の出力輝度を決定するモノクロ画像信号S<sub>0</sub>を生成する階調数変換処理手段50と、生成されたモノクロ画像信号S<sub>0</sub>に基づいて、画素41の各セル41a、41b、41cの出力階調レベルを決定するセル信号S<sub>a</sub>、S<sub>b</sub>、S<sub>c</sub>を生成する時間変調手段12およびオンオフ制御手段13から成るセル信号生成手段10とを有している。各セル41a、41b、41cに対応するように、時間変調手段12は時間変調部12a、12b、12cを有し、オンオフ制御手段13はオンオフ制御部13a、13b、13cを有している。液晶40には、画素毎に、時間変調手段12がオンオフ制御手段13を介して接続されるようになっている。

階調数変換処理手段50は、表示デバイスとしての液晶パネル40が表示可能な階調数の範囲内で階調制御を行うことができるように、その表示能力に合わせて、入力されたオリジナルモノクロ画像信号（以下オリジナル画像信号という）S<sub>orig</sub>に対して階調数変換処理を施すものである。

セル信号生成手段10は、各画素毎に、各セル41a、41b、41cの出力輝度の和が当該画素41の出力輝度に対応するように、各セル毎にセル信号S<sub>a</sub>、S<sub>b</sub>、S<sub>c</sub>を生成するものであり、先ず時間変調手段12が、1フレーム内で、パルス幅変調を行って、各セル41a、41b、41cの表示階調レベルを制御する。次にオンオフ制御



手段13が、時間変調手段12から出力されたセル信号Sa, Sb, Scを、夫々独立にオンオフして、液晶パネル40の各セル41a, 41b, 41cへの入力を制御する。

以下上記構成の画像表示装置10の作用について説明する。

図3A～3Dは、階調数変換処理手段50の作用を説明する図である。

この階調数変換処理手段50は、液晶パネル40の表示能力に合わせて、入力されたオリジナル画像信号S<sub>orig</sub>に対して階調数変換処理を施すものであり、液晶パネル40の表示可能な最大階調数Xが、オリジナル画像信号S<sub>orig</sub>の最大階調数Yよりも小さい( $X < Y$ )場合には、S<sub>orig</sub>の階調数を圧縮したモノクロ画像信号S<sub>0</sub>を生成し、逆に、最大階調数Xが、オリジナル画像信号S<sub>orig</sub>の最大階調数Yよりも大きい( $X > Y$ )場合には、S<sub>orig</sub>の階調数を伸張したモノクロ画像信号S<sub>0</sub>を生成する。この変換処理に際しては、線形変換を行ってもよいし(図3A)、非線形変換を行ってもよい(図3B)。

また、表示デバイスの輝度階調特性を補正する場合には、非線形変換を行うのが好ましく、また階調数を上げる必要があるため、表示可能な階調数Xがオリジナル画像信号S<sub>orig</sub>の階調数Yよりも大きい表示デバイスを使用する。また、一般に、表示デバイスの輝度階調特性は下に凸の特性を有するものが多く(図3C)、この場合、低輝度側での分解能が不足しているため、モノクロ画像信号S<sub>0</sub>が、上に凸の階調特性となるように非線形変換をする方が好ましい。

図4は時間変調手段12の作用を説明する図である。時間変調手段12は、本例では単位時間(1フレーム)を4分割して、分割された各期間単位で入力された信号をオンオフ制御する時分割駆動を行うものであり、その出力信号であるセル信号Sa, Sb, Scを各セルに対応するオンオフ制御手段13に入力する。したがって、例えば分割期間を1つだけオンすれば階調1を表現することができ、分割期間を2つオンすれば階調2を表現することができ、最終的に4つ(階調レベル0は除く)のレベルの階調を表現できるようになっている。オンオフ制御手段13は、この時間変調手段12からのセル信号Sa, Sb, Scを夫々独立にオンオフ制御して、各セル41a, 41b, 41cへ入力し、オフ時に階調レベル0を表すようにする。なお、時間変調手段12により全分割期間をオフにすると階調レベル0を表すことができるので、オンオフ制御手段13を設けることなく、時間変調手段12の出力を直接各

セルに入力する構成とすることもできる。

この画像表示装置 1 に使用している液晶パネル 40 の各画素は 3 個のセルから構成されており、各画素毎に、上記時間変調手段 12 とオンオフ制御手段 13 とが設けられているので、液晶パネル 40 は、階調レベル 0 を含めると、最終的には  $4 \times 3 + 1 = 13$  階調を表すことができるようになる。

上述の例は、モノクロ画像の１画素を３つのセルで表すことができる液晶パネルを用いたものであるが、本発明によるモノクロ画像表示装置は、これに限らず、モノクロ画像の１画素を複数のセル（セル数をMとする）で表すことができる他の表示デバイスを使用することができる。この場合、各セルの時間変調による表示可能な階調数をNとすることにより、最終的に表現できる階調数を $M \times N + 1$ （階調レベル０を含む）にすることができる。すなわち、モノクロ画像の１画素をM個のセルで表すようにし、入力されたモノクロ画像信号S0に対応する階調を各セルに配分して、その配分された階調となるように各セル毎に時間変調することにより、時間変調だけであれば $N + 1$ 段（階調レベル０を含む）の階調しか表現できないものを、 $M \times N + 1$ 段（階調レベル０を含む）まで表示階調数を増加させることができる。

図５Ａ～５Ｃおよび図６Ａ～６Ｃは、モノクロ画像の１画素を複数のセルで表す場合における、各セルへの輝度の振分け（輝度配分）の方法を説明する図である。本発明によるモノクロ画像表示装置においては、画素毎の各セルの出力輝度が略均等になるようにセル信号を生成するようにしてもよいし（以下均等配分方法という）、画素毎に、該画素の周辺画素の階調勾配ベクトルに応じて各セル信号に勾配を持たせるようにしてもよい（以下ベクトル配分方法という）。

均等配分方法は、各セルへの偏りが生じないように 1 画素を構成する各セルへなるべく均等に輝度配分されるようにして、1 画素中の輝度ムラが生じないようにするものである。この振分けは、各セルの表示輝度が略均等となる階調レベルのセル信号が各セルに入力するように、時間変調手段12がパルス幅階調制御を行うことで実現できる。例えば、階調レベルが同じセル信号が各セルに入力したときの各セルの表示輝度が同じになる場合には、略同一の画素階調レベルのセル信号を各セルに入力するようにすればよい。

ベクトル配分方法は、上述したように、画素毎に、この画素の周辺画素の階調勾配ベクトルに応じて各セル信号に勾配を持たせることにより、よりシャープな表示を可能とするものである。

図 6 A ~ 6 C は、このベクトル配分方法の具体的な例を示す図であり、注目画素 e とその周辺画素 a ~ i (e は除く) の全 9 個の画素に基づいて階調勾配ベクトルを求め、求めた階調勾配ベクトルに応じて注目画素 e に対応する 3 つのセル信号に勾配を持たせる例を示している。

図6 Aは、画素a, d, gの階調レベルが0、画素b, e, hの階調レベルが1 2、画素c, f, iの階調レベルが2 4の場合を示す。この場合、階調勾配ベクトルがセル分割方向と一致し、階調（輝度に対応する）の偏りが比較的大きいので、画素内で大きな輝度の偏りを持つように、注目画素eの階調レベル1 2を「0, 4, 8」と振り分ける。

図 6 B は、画素 a, b, c の階調レベルが 0、画素 d, e, f の階調レベルが 1 2、画素 g, h, i の階調レベルが 2 4 の場合を示す。この場合、階調勾配ベクトルがセル分割方向と直交し、階調の偏りがないので、1 画素中の輝度ムラが生じないように、注目画素 e の階調レベル 1 2 を「4, 4, 4」と振り分ける。

図6Cは、画素a, b, dの階調レベルが0、画素c, e, gの階調レベルが1、画素f, h, iの階調レベルが2の場合を示す。この場合、階調勾配ベクトルがセル分割方向に対して斜めになり、階調の偏りが比較的小さいので、画素内で小さな輝度の偏りを持つように、「2, 4, 6」と振り分ける。

ところで、上述のように、本発明の画像表示装置は、モノクロ画像の 1 画素を 3 個のセルで表すことができる表示デバイスを使用しているが、以下この点について説明する。カラー表示用液晶パネルは、一般に R（赤）、G（緑）、B（青）のカラーフィルタが各セル上に形成されて 1 画素を表すようになっており、このカラー表示用液晶パネルの R G B フィルタを取れば、上述のような本発明に使用されるモノクロ画像の 1 画素を 3 個のセルで表すことができるモノクロ用液晶パネルになる。したがって、カラー表示用液晶パネルの製造工程において、R G B フィルタ形成工程を削除すればモノクロ用液晶パネルの製造工程になり、また、近年市販されている液晶パネルにおいては、モノクロ用液晶パネルよりカラー用液晶パネルの方が安価であるので、本発明に使用される液晶パネルを、特段の費用負担を生じることなく、極めて容易に製造することができる。さらに、液晶パネルの階調を制御するコントローラも、既存のカラー液晶用ドライバを使用し、この R G B 入力を制御すれば容易にモノクロ画像の階調を制御することができるようになる。

次に、本発明の第２の実施の形態による画像表示装置について、図７を参照して説明する。図７は第２の実施の形態による画像表示装置の構成を示す、１画素分のブロック図である。表示デバイスとしては、上述の図２に示した液晶パネル４０を使用している。

この第2の実施の形態による画像表示装置5は、面積変調と強度変調とを組み合わせ、表示階調数を増やすようにしたものであり、モノクロ画像信号S0に基づいて、画素41の各セル41a、41b、41cの出力階調レベルを決定するセル信号Sa、Sb、Scを生成する強度変調手段51およびオンオフ制御手段53から成るセル信号生成手段50を有している。各セル41a、41b、41cに対応するように、強度変調手段51は強度変調部51a、51b、51cを有し、オンオフ制御手段53はオンオフ制御部53a、53b、53cを有している。液晶40には、画素毎に、強度変調手段51がオンオフ制御手段53を介して接続されるようになっている。

セル信号生成手段50は、各画素毎に、各セル41a, 41b, 41cの出力輝度の和が当該画素41の出力輝度に対応するように、各セル毎にセル信号Sa, Sb, Scを生成するものであり、先ず強度変調手段51が、各セル41a, 41b, 41cへの印過電

圧レベルを制御する、つまり強度変調することにより、各セル41a、41b、41cの表示階調レベルを制御する。次にオンオフ制御手段53が、強度変調手段51から出力されたセル信号Sa、Sb、Scを、夫々独立にオンオフして、液晶パネル40の各セル41a、41b、41cへの入力を制御する。なお、強度変調手段50によりセルへの入力信号レベルを0とすることにより階調レベル0を表すことができるので、オンオフ制御手段53を設けることなく、強度変調手段51の出力を直接各セルに入力する構成とすることもできる。

入力されたモノクロ画像信号S0に対応する表示輝度となるように、均等配分方法やベクトル配分方法にしたがって、各セルへ輝度配分するのは、上述の画像表示装置1と同様である。

この画像表示装置 5 においても、1 画素を M 個のセルで表し、各セルの強度変調による階調数を L（階調レベル 0 は除く）とすることにより、最終的に表現できる階調を  $L \times M + 1$ （階調レベル 0 を含む）にすることができる。すなわち、モノクロ画像の 1 画素を複数のセルで表すようにし、入力された画像信号 S0 に対応する階調を各セルに配分して、その配分された階調となるように各セル毎に強度変調することにより、強度変調だけでは  $L + 1$  段（階調レベル 0 を含む）の階調しか表現できないものを、 $L \times M + 1$  段（階調レベル 0 を含む）まで表示階調数を増加させることができる。

次に、本発明の第３の実施の形態による画像表示装置について、図８を参照して説明する。図８は第３の実施の形態による画像表示装置の構成を示す、１画素分のブロック図である。表示デバイスとしては、上述の図２に示した液晶パネル４０を使用している。

この第3の実施の形態による画像表示装置6は、上述の画像表示装置1と5とを組み合わせたものであって、面積変調と時間変調と強度変調とを組み合わせて表示階調数を増やすようにしたものであり、モノクロ画像信号S0に基づいて、強度変調を行う強度変調手段61、強度変調手段61の出力信号S61a, S61b, S61cに対してパルス幅階調制御を行う時間変調手段62、およびオンオフ制御手段63から成るセル信号生成手段60を有している。

各セル41 a, 41 b, 41 cに対応するように、強度変調手段61は強度変調部61 a,



Year	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100
1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100	

時間変調手段74から出力される第1フレーム信号S74a1，S74b1，S74c1と、第2フレーム信号S74a2，S71b4，S74c2とが、フレーム毎に切り替わって、画素41の各セル41a，41b，41cに入力される。つまり、各フレーム信号S74a1，S74a2がセル信号Saに対応し、各フレーム信号S74b1，S74b2がセル信号Sbに対応し、各フレーム信号S74c1，S74c2がセル信号Scに対応する。

この画像表示装置 7 においては、最終的に表現できる階調数は、F R C による階調数を F（階調レベル 0 は除く）とすると、 $L \times M \times N \times F + 1$  段（階調レベル 0 を含む）になる。

次に、第１の発明による画像表示装置において、モノクロ画像の１画素の出力輝度を、各セルへ輝度配分する具体的な例について説明する。

実施例 1 は、1 画素当たりのセル数 = 3、フレーム数 = 1（つまり F R C なし）  
で、各セルの 1 フレームあたりに表示できる最大階調数 = 6 4 階調（0 ~ 6 3）  
= 6 ビット、オリジナル画像は C T 画像であってオリジナル画像信号 S<sub>orig</sub> = 2

5 6 階調 ( 0 ~ 2 5 5 ) = 8 ビットの場合である。

この場合、表示できる最大階調数は 1 9 0 ( 6 3 × 3 + 1 ) 階調となるので、オリジナル画像信号 S<sub>orig</sub> の 2 5 6 階調 ( 0 ~ 2 5 5 ) を、モノクロ画像信号 S<sub>0</sub> の 1 9 0 階調 ( 0 ~ 1 8 9 ) に階調数変換しておく。

均等配分方法にしたがって輝度配分する場合において、各セルへの入力階調レベルが同じときには各セルが同じ表示輝度となるときには、表 1 のように配分する。

表 1

S <sub>0</sub>	セル a の信号 S <sub>a</sub>	セル b の信号 S <sub>b</sub>	セル c の信号 S <sub>c</sub>
0	0	0	0
1	1	0	0
2	1	1	0
3	1	1	1
4	2	1	1
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
1 8 7	6 3	6 2	6 2
1 8 8	6 3	6 3	6 2
1 8 9	6 3	6 3	6 3

#### < 輝度配分の実施例 2 >

実施例 2 は、1 画素当たりのセル数 = 3、フレーム数 = 1 (つまり F R C なし) で、各セルの 1 フレームあたりに表示できる最大階調数 = 2 5 6 階調 ( 0 ~ 2 5 5 ) = 8 ビット、オリジナル画像は C T 画像であってオリジナル画像信号 S<sub>orig</sub> = 2 5 6 階調 ( 0 ~ 2 5 5 ) = 8 ビットの場合である。

この場合、表示できる最大階調数は 7 6 6 ( 2 5 5 × 3 + 1 ) 階調となるので、オリジナル画像信号 S<sub>orig</sub> の 2 5 6 階調 ( 0 ~ 2 5 5 ) を、モノクロ画像信号 S<sub>0</sub>



の 7 6 6 階調（0 ～ 7 6 5）に階調数変換しておく。

均等配分方法にしたがって輝度配分する場合において、各セルへの入力階調レベルが同じときには各セルが同じ表示輝度となるときには、表 2 のように配分する。

表 2

S0	セル a の信号Sa	セル b の信号Sb	セル c の信号Sc
0	0	0	0
1	1	0	0
2	1	1	0
3	1	1	1
4	2	1	1
・	・	・	・
・	・	・	・
・	・	・	・
7 6 3	2 5 5	2 5 4	2 5 4
7 6 4	2 5 5	2 5 5	2 5 4
7 6 5	2 5 5	2 5 5	2 5 5

<輝度配分の実施例 3>

実施例 3 は、1 画素当たりのセル数＝3、フレーム数＝1（つまり F R C なし）で、各セルの 1 フレームあたりに表示できる最大階調数＝2 5 6 階調（0 ～ 2 5 5）＝8 ビット、オリジナル画像は C R 画像であってオリジナル画像信号 Sorig＝1 0 2 4 階調（0 ～ 1 0 2 3）＝1 0 ビットの場合である。

この場合、表示できる最大階調数は 7 6 6（2 5 5 × 3 + 1）階調となるので、オリジナル画像信号 Sorig の 1 0 2 4 階調（0 ～ 1 0 2 3）を、モノクロ画像信号 S0 の 7 6 6 階調（0 ～ 7 6 5）に階調数変換しておく。

均等配分方法にしたがって輝度配分する場合において、各セルへの入力階調レベルが同じときには各セルが同じ表示輝度となるときには、表 3 のように配分す

る。

表 3

S0	セル a の信号 Sa	セル b の信号 Sb	セル c の信号 Sc
0	0	0	0
1	1	0	0
2	1	1	0
3	1	1	1
4	2	1	1
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
7 6 3	2 5 5	2 5 4	2 5 4
7 6 4	2 5 5	2 5 5	2 5 4
7 6 5	2 5 5	2 5 5	2 5 5

#### <輝度配分の実施例 4>

実施例 4 は、1 画素当たりのセル数 = 3、フレーム数 = 2（つまり F R C あり）で、各セルの 1 フレームあたりに表示できる最大階調数 = 2 5 6 階調（0 ~ 2 5 5）= 8 ビット、オリジナル画像は C R 画像であってオリジナル画像信号 S<sub>orig</sub> = 1 0 2 4 階調（0 ~ 1 0 2 3）= 1 0 ビットの場合である。

この場合、表示できる最大階調数は 1 5 3 1（2 5 5 × 3 × 2 + 1）階調となるので、オリジナル画像信号 S<sub>orig</sub> の 1 0 2 4 階調（0 ~ 1 0 2 3）を、モノクロ画像信号 S<sub>0</sub> の 1 5 3 1 階調（0 ~ 1 5 3 0）に階調数変換しておく。

均等配分方法にしたがって輝度配分する場合において、各セルへの入力階調レベルが同じときには各セルが同じ表示輝度となるときには、表 4 のように配分する。また、各セルに配分された信号を各フレームに均等になるように配分する場

合には、表 5 のように配分する。

表 4

S0	セル a の信号Sa	セル b の信号Sb	セル c の信号Sc
0	0	0	0
1	1	0	0
2	1	1	0
3	1	1	1
4	2	1	1
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
1 5 2 8	5 1 0	5 0 9	5 0 9
1 5 2 9	5 1 0	5 1 0	5 0 9
1 5 3 0	5 1 0	5 1 0	5 1 0

表 5

S0	フレーム 1 の信号	フレーム 2 の信号
0	0	0
1	1	0
2	1	1
3	2	1
4	2	2
.	.	.
.	.	.
.	.	.

5 0 8	2 5 4	2 5 4
5 0 9	2 5 5	2 5 4
5 1 0	2 5 5	2 5 5

以上、第 1 から第 4 の実施の形態は第 1 の発明に関するものである。以上の説明から明らかなように、第 1 の発明によれば、モノクロ画像の 1 画素を複数の多階調表示可能なセルで表すことができる表示デバイスを使用して、モノクロ画像の 1 画素を複数のセルで表すという面積変調を行うと共に、各セル毎に強度変調や時間変調を行って出力階調レベルを決定することにより、従来よりも表示可能階調数を一層増加させることができ、表現豊かなモノクロ画像を表示することが可能になる。

以下第 2 の発明の実施の形態について説明する。

図 1 3 は、モノクロ画像の 1 画素を 2 個のセル 1 0 4a, 1 0 4b で表すことができる表示デバイス 1 0 4 を使用した画像表示装置 1 0 1 の 1 画素について示したものである。表示デバイス 1 0 4 のセル 1 0 4a の最高出力レベルは 1 であり、セル 1 0 4b の最高出力レベルは 65 である。

この画像表示装置 1 0 1 は、モノクロ画像信号 S0 に基づいて各セル 1 0 4a, 1 0 4b への印加電圧を 6 ビットすなわち 64 段（実際にはレベル 0 を除いて 63 段）で制御する強度変調手段 1 0 2（各セルに対応するものを夫々 1 0 2a, 1 0 2b とする）および該強度変調手段 1 0 2 の出力を夫々独立にオンオフして各セルへの入力を制御する面積変調手段 1 0 3（各セルに対応するものを夫々 1 0 3a, 1 0 3b とする）から成る駆動手段 1 0 6 と、画像信号 S0 に基づいて、1 画素の表示階調が所望のレベルとなるように強度変調手段 1 0 2 および面積変調手段 1 0 3 を制御するコントローラ 1 0 5 とを有している。強度変調手段 1 0 2 が各セルへの印加電圧を制御することにより、各セルの表示階調レベルが変わるのはいうまでもない。なお、強度変調手段 1 0 2b によりセル 1 0 4b の階調を 63 段で制御しているのでセル 1 0 4b の 1 段当たりの出力レベルはセル 1 0 4b の最大出力レベルの 63 分の 1 となり、セル 1 0 4a の最大出力レベルはセル 1 0 4b のその 64 分の 1 であるので、結局このセル 1 0 4b の 1 段当たりの出力レベルはセル 1 0 4a の最大出力レベルと略同じになる。なお、正確に言えば図 1 4 より明らかなように、セル 1 0

4aの最大出力レベルはセル104bの1段当たりの出力レベルよりも、該セル104aの1段当たりの出力レベル分だけ小さい。

図14は、この画像表示装置1の表示階調の段数について示した図である。この図14から明らかなように、1画素の階調レベルは、セル104bによる階調レベルと、このセル104bの各段間を埋めるセル104aの階調レベルによって表される。したがって、本例では強度変調手段102a、102bにより、セル104aおよびセル104bを夫々6ビットで階調制御しているので、最終的な表示階調の段数を6ビット(64)×6ビット(64)すなわち4096段にすることができる。

次に、表示デバイスとしてモノクロ画像の1画素を3個のセルで表すことができるカラー用液晶パネルのカラーフィルタを、この3個の内の1つと他の2つのセル上に透過率の異なる単色フィルタを形成した液晶パネル140を使用した画像表示装置110(図16)について説明する。図15はこの液晶パネル140の画素配列の一例を示した図である。図15に示すように、液晶パネル140は、例えば画素番号141、142、143、144等の各画素を、夫々3個のセル(例えば画素番号141のものは141a、141b、141c)で表すことができるように構成されている。液晶パネル140の各セルaおよびcの最高出力レベルは1であり、セルbの最高出力レベルは64である。

この画像表示装置110は、モノクロ画像信号S0に基づいて各セル141a、141b、141cへの印加電圧を6ビットすなわち64段で制御可能な強度変調手段120(各セルに対応するものを夫々120a、120b、120cとする)および該強度変調手段120の出力を夫々独立にオンオフして各セルへの入力を制御する面積変調手段130(各セルに対応するものを夫々130a、130b、130cとする)から成る駆動手段160と、画像信号S0に基づいて、1画素の表示階調が所望のレベルとなるように強度変調手段120および面積変調手段130を制御するコントローラ150とを有している。なお、セル141a用の強度変調手段120cは、6ビットの内の上位1ビットはレベル32を与えるのみのために作動し、殆ど下位5ビットで制御するものである。また、セル141c用の強度変調手段120cは、6ビットの内の上位1ビットを使用せず、実際には下位5ビットで制御するものである。なお、セル141bの最大出力レベルはセル141aおよび141cのその64倍であり、強

度変調手段 120b によりセル 141b の階調を 64 段で制御しており、セル 141b の 1 段当たりの出力レベルはセル 141b の最大出力レベルの 64 分の 1 となるので、後述するようにセル 141a とセル 141c により 64 段で制御すれば、セル 141b の 1 段当たりの出力レベルはセル 141a と 141c の夫々の出力レベルを合成したものと同じになる。

図17は、この画像表示装置110の表示階調の段数について示した図である。この図17から明らかなように、1画素の階調レベルは、セル141bによる階調レベルと、セル141aと141bとの合成によりセル141bの各段間を埋める階調レベルによって表される。したがって、本例ではセル141aによる32段、セル141cによる31段およびそれらのレベル0の合成による64段により、セル141bによる64段の各段間が階調制御されるので、最終的な表示階調の段数は $64 \times 64$ すなわち4096段になる。

このように、1画素を3つのセルで表したときに、少なくとも2つのセルが互いに異なる最高出力レベルを有するようにし、その2つのセルの表示階調の1段当たりの出力レベルが互いに異なるようにすれば、1画素の表示階調の段数を増やすことができる。なお、3つとも夫々異なる最高出力レベルを有するようにし、それら各セルの表示階調の1段当たりの出力レベルが互いに異なるようにすれば更に表示階調の段数を増やすことができる。

なお、図 1 4 に示したように最高出力レベルが 1 と 64 の 2 つのセルを組み合わせることで 4096 段の階調表現を行うことができるので、例えば、図 1 5 に示す液晶パネル 1 40 の画素番号 1 41 と 1 42 の計 6 つのセルを用いて、図 1 8 に示すように最高出力レベルが 1 のセル 1 41 a と最高出力レベルが 64 のセル 1 41 b、最高出力レベルが 1 のセル 1 41 c と最高出力レベルが 64 のセル 1 42 a、最高出力レベルが 1 のセル 1 42 b と最高出力レベルが 64 のセル 1 42 c とし、夫々の強度変調手段をフルに 6 ビット制御するようにすれば、カラー表示のときには 6 つのセルで 2 画素を表示していたものを、3 画素のモノクロ表示とすることができ、解像度のアップを図ることもできる。

以下、第 3 の発明の実施例について説明する。

図 21 において、第 3 の発明の実施の形態であるフラットパネルディスプレイ

201は、表示デバイスとしてカラー用液晶パネルのカラーフィルタを単色フィルタに置き換えてモノクロ画像の1画素を3個のセルで表すことができるようにした液晶パネル240(図19)を使用している。図19はこの液晶パネル240の画素配列の一例を示した図である。図19に示すように、液晶パネル240は、例えば画素番号241、242、243、244等の各画素を、夫々3個のセル(例えば画素番号241のものは241a、241b、241c)で表すことができるように構成されている。

この液晶パネル 240は、不図示の例えば高輝度ハロゲンランプ等を用いたバックライトを含めて、その表示色が図 20の C I E色度図上の座標点 (x, y)で示したとき、各座標 (0.174, 0), (0.4, 0.4), ( $\alpha$ , 0.4)で囲まれた斜線部で示す領域内となるように、単色カラーフィルタを全てのセル上に形成したものである。ここで、座標 (0.174, 0)は図中の曲線部分であるスペクトル軌跡の短波長端を示す座標であり、 $\alpha$ はスペクトル軌跡と y 軸方向の座標値が 0.4である直線との交点によって表される x 軸方向の座標値である。この各座標で囲まれた斜線部の領域は青色を呈するものとなる。

また、単色フィルタとしては、青系の色に着色されたものを使用するのが好ましい。なお、各セルの表示輝度をカラー表示を考慮して決定する必要がなく、その透過率を自由に決定することができるので、例えば透過率の高い青系の単色フィルタを使用することができる。そこで、この液晶パネル 240 としては、バックライトを含めて、1 画素当たりの最大輝度範囲が  $100 \sim 10000 \text{ cd/m}^2$  となるようにし、後述する各種変調を行って、明暗弁別能や視力に優れる  $50 \sim 500 \text{ cd/m}^2$  の範囲でモノクロ表示できるようにしている。

なお、表示デバイスは液晶パネルに限るものではなく、例えば上述のようなCIE色度図上の所定の範囲内となるように同色発光する有機ELを多数配列して形成した有機ELパネルを使用することもできる。この場合に、最大輝度範囲を $100 \sim 10000 \text{ cd/m}^2$ となるようにするには、セルを構成する各有機ELのドライブ電流を増やせばよいし、さらには材料開発により高輝度化を図ればよい。

フラットパネルディスプレイ201は、画素番号241の画素について詳細に図

21に示すように、画像信号S0に基づいて各セル241a, 241b, 241cへの印加電圧を制御する強度変調手段210と、該強度変調手段210の出力をFRC方式にしたがって各セル毎に階調制御する時間変調手段220と、該時間変調手段220の出力を夫々独立にオンオフして各セルへの入力を制御する面積変調手段230と、画像信号S0に基づいて、1画素中の濃度ムラが生じないように強度変調手段210、時間変調手段220および面積変調手段230を制御するコントローラ250とを有している。これにより、面積変調と時間変調と強度変調とを組み合わせ表示階調の段数と1画素当たりの最大輝度を大きくすることができるようにしている。なお、強度変調手段210により各セルへの印加電圧を制御することにより、その表示濃度すなわち表示階調を変えることができ、本例では8ビットすなわち256段の制御を行うようにしている。

図22は時間変調手段220の作用を説明する図である。液晶240の各セルには、夫々時間変調手段220が面積変調手段230を介して接続される。

時間変調手段220は、本例では単位時間を4分割して、分割された各期間単位で強度変調手段210から入力された信号をオンオフ制御する時分割駆動を行うもので、その出力信号を各セルに対応する面積変調手段230に inputs する。したがって、例えば分割期間を1つだけオンすれば階調1を表現することができ、分割期間を2つオンすれば階調2を表現することができ、最終的に4つ（階調レベル0は除く）のレベルの階調を表現できるようになっている。

面積変調手段230は、時間変調手段220からの出力信号を夫々独立にオンオフ制御して液晶パネル240の各セルへ入力するものである。したがって、液晶パネル240の各画素は3個のセルから構成されているので、強度変調手段210による各セルの表示階調の段数を256とすれば、最終的には1画素の表示階調の段数が $256 \times 4 \times 3$ 段すなわち3072段になる。また、1画素の表示輝度は1セル当たりの最大輝度のセル数倍すなわち3倍になる。なお、1画素をN個のセルで表し、各セルの強度変調および時間変調による表示階調の段数を夫々LおよびNとすれば、最終的な表示階調の段数を $L \times M \times N$ にすることができるとともに、1画素の表示輝度も1セル当たりの最大輝度のN倍とすることができる。

このようにして、本実施の形態のフラットパネルディスプレイ201は、面積



変調と時間変調と強度変調とを組み合わせ、表示階調の段数を大きくするとともに、1画素当たりの最大輝度範囲を100～10000cd/m<sup>2</sup>とし、明暗弁別能や視力に優れる50～500cd/m<sup>2</sup>の範囲でモノクロ表示できるようにしている。したがって、CR装置等の医用画像表示装置として該フラットパネルディスプレイ201を利用すれば、医用画像用途として十分な性能を有する表示装置を構成することができる。

このように、上記構成のフラットパネルディスプレイ201は、モノクロ画像の1画素を複数のセルに濃度配分して表示階調を増加させるとともに、1画素の表示輝度を大きくするものであるが、各セルに対する濃度の振り分けに関しては、各セルへの偏りが生じないように1画素を構成する各セルへなるべく均等に濃度配分されるようにして、1画素中の濃度ムラが生じないようにするのが好ましい。図23A；23Bはこの濃度配分の方法を説明するものである。図23Aは濃度3の場合について示しており、3セルの濃度配分を、夫々「3，0，0」とするのではなく、「1，1，1」と均等に振り分けるのが好ましい。同様に、図23Bは濃度4の場合について示しているが、夫々「4，0，0」とするのではなく、「2，1，1」、「1，2，1」あるいは「1，1，2」とできるだけ均等に振り分けるのが好ましい。これはコントローラ250が、画像信号S0に基づいて、各セルの濃度配分が均等となるように強度変調手段210と時間変調手段220と面積変調手段230とを制御することにより行われる。

なお、上述のフラットパネルディスプレイ 201 は、面積変調と時間変調と強度変調とを組み合わせ表示階調の段数と 1 画素当たりの最大輝度を大きくするようにしたものであるが、第 3 の発明はこれに限定されるものではなく、面積変調、時間変調、強度変調のいずれか 1 つを少なくとも備えていればよい。例えば、面積変調と時間変調を組み合わせたもの、或いは面積変調と強度変調を組み合わせたものとすることもできる。このようにしても、時間変調或いは強度変調だけの場合よりも、表示階調の段数と 1 画素当たりの最大輝度を夫々セル数分を掛けただけ大きくすることができる。

ところで、上述のように、第 3 の発明のフラットパネルディスプレイはカラー用液晶パネルのカラーフィルタを単色フィルタに置き換えてモノクロ画像の 1 画

素を 3 個のセルで表すようにした液晶パネル 240 を使用しているが、以下この点について説明する。カラー表示用液晶パネルは、一般に R（赤），G（緑），B（青）のカラーフィルタが各セル上に形成されて 1 画素を表すようになっており、このカラー表示用液晶パネルの R G B の各フィルタを全て B フィルタにすれば、上述のようなモノクロ画像の 1 画素を 3 個のセルで表すことができるブルーベースのモノクロ用液晶パネルになる。したがって、カラー表示用液晶パネルの製造工程において、R G B フィルタ形成工程を B フィルタ形成工程とすればブルーベースのモノクロ用液晶パネルの製造工程になるので、モノクロ用液晶パネルの製造工程に B フィルタ形成工程を追加するよりも、極めて容易且つ安価にブルーベースのモノクロ用液晶パネルを製造することができる。また、近年市販されている液晶パネルにおいては、モノクロ用液晶パネルよりカラー用液晶パネルの方が安価であるので、この点からも極めて効果的な製造方法である。

さらに、液晶パネルの階調を制御するコントローラも、既存のカラー液晶用ドライバを使用し、このRGB入力を制御すれば容易にブルーベースのモノクロ画像の階調を制御することができるようになる。

以上、第３の発明によるフラットパネルディスプレイの好適な実施の形態について説明したが、第３の発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、表示デバイスが、その表示色が、ＣＩＥ色度図上の座標点（ $x$ ， $y$ ）で示したとき、各座標（ $0.174$ ， $0$ ），（ $0.4$ ， $0.4$ ），（ $\alpha$ ， $0.4$ ）で囲まれた領域内となるように出力する単色表示のデバイスである限り、どのような表示デバイスを使用してもよい。

例えば、上述の実施の形態では、表示デバイスとしてカラー用液晶パネルのカラーフィルタを青系の単色フィルタに置き換えたモノクロ画像表示用の液晶パネルを使用したものについて説明したが、表示デバイスの構成部材が所定の色に着色されて成る表示デバイスを使用するようにしてもよい。

図 2 4 は、カラー表示用の液晶パネルの一般的な構成部材の概略を示す図である。図 2 4 に示す液晶パネル 2 60 の背面にはバックライト用の光源 2 80 が配設される。液晶パネル 2 60 は、液晶層 2 61 を挟むように設けられた 2 枚のガラス基板 2 62、2 63 と、ガラス基板 2 63 に積層された R G B カラーフィルタ 2 64 からなる。

パネル主要部 265 と、パネル主要部 265 の両側に配された偏光フィルム 270、271 とを有する。また、液晶パネル 260 の偏光フィルム 270 の外側すなわち光源 280 側にはコリメートフィルム 272 が設けられ、偏光フィルム 271 の外側すなわち表示面側には拡散フィルム 273 が設けられている。さらに、コリメートフィルム 272 の光源 280 側には、光源 280 から発せられる光を散乱させるための拡散板 274 が設けられ、拡散フィルム 273 の表示面側には反射防止或いはキズ防止等の保護膜が付されたフェースプレート 275 が設けられている。拡散フィルム 273 およびコリメートフィルム 272 の作用についての詳細説明は省略するが、これらは、共に、液晶パネル 260 の広視野角化のために使用される部材である。RGB カラーフィルタ 264 は、液晶パネル 260 をカラー表示可能にするものであり、白黒表示用の液晶パネルを使用する場合には、この RGB カラーフィルタ 264 は、取り付けられていない。

なお、コリメートフィルム 272 の代わりに、輝度向上を図るためのプリズムフィルムを設けるようにしてもよい。

光源 280 としては、色温度 5 7 0 0 ° K ~ 7 1 0 0 ° K の昼光色蛍光ランプを使用する。なお、これに限らず、青系の波長を含む他の色温度のランプを使用することもできる。

このような構成の液晶パネル 260において、その表示色が、CIE色度図上の座標点(x, y)で示したとき、各座標(0.174, 0), (0.4, 0.4), ( $\alpha$ , 0.4)で囲まれた領域内となるように出力する単色表示のデバイスとするには、上記液晶パネル 240と同様に、RGBカラーフィルタ 264を青系に着色された単色フィルタにすること以外に、ガラス基板 262、263、偏光フィルム 270、271、コリメートフィルム 272のコリメート部 272a やベースフィルム 272a、拡散フィルム 273の拡散部 273b やベースフィルム 273a、拡散板 274、フェースプレート 275のうちの少なくとも1つを所定の色、好ましくは青系の色に着色するとよい。

なお、このようにカラーフィルタ 264以外の構成部材を着色する場合には、モノクロ表示とするために、RGBカラーフィルタ 264を取り外す。また、コーリメートフィルム 272の代わりにプリズムフィルムを設ける場合には、プリズムフィ

ルムのプリズム部やベースフィルムを着色するとよい。

これらの構成部材を着色するための着色剤としては、例えば、ベースフィルムがポリエチレンテレフタレート（PET）の場合には、アントラキノン染料を使用して、青系の色に着色することができる。

なお、液晶パネルに限らず、例えば有機ELパネルを使用する場合においても、上述同様に、基板やフェースプレート等の構成部材を着色することにより、表示色が、上述した領域内となるような単色表示のデバイスとすることができる。

00568260